RÉSUMÉ

DES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

Résultats nouveaux

OBTENUS PAR

René MARAGE

DOCTEUR EN MÉDECINE ET DOCTEUR ÈS SCIENCES
CHARGÉ DE COURS A L'UNIVERSITÉ DE PARIS

TOURS

IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES ET Cie

6, RUE GAMBETTA

TITRES

1877. — Bachelier ès lettres.
1878. — Bachelier ès sciences.
1881. — Licencié ès sciences physiques.
1882. — Licencié ès sciences naturelles.
1887. — Docteur en médecine de la Faculté de Paris.
1889. — Docteur ès sciences naturelles (Sorbonne).

ENSEIGNEMENT

1882-1892. — Professeur de physique à l'École Sainte-Geneviève (Cours préparatoires à l'École centrale et à Saint-Cyr).

1898. — Conférences à la Sorbonne dans l'amphithéâtre de physiologie générale.

1904-1911. — Cours libre à la Sorbonne (Phonation et audition).

1911. — Chargé de cours à l'Institut de Phonétique de l'Université de Paris (Physiologie de la parole et du chant).

PRIX

1887. — Lauréat de la Faculté de médecine de Paris (Médaille de bronze). Sympathique des oiseaux.

1889. — Récompense de la Faculté de médecine de Paris (Prix Barbier). Sphygmographe.

1897. — Mention très honorable (Prix Buignet). Académie de médecine. Étude des cornets acoustiques par la photographie des flammes de Kœnig.

1898. — Prix Barbier (Faculté de médecine). Cornet acoustique.

1900. — Lauréat de l'Institut (Prix Barbier). Théorie de la formation des voyelles.

1900. — Prix Barbier (Faculté de médecine). Acoumètre.

1902. — Prix Meynot (Académie de médecine). Mesure et développement de l'audition.

1911. — Prix Montyon (Physiologie). Institut. Manuel de Physiologie de la voix.

PREMIÈRE PARTIE

ANATOMIE

Travaux du laboratoire d'ALPHONSE MILNE-EDWARDS, au Muséum (1883-1889).

Pages (1)

Résultats nouveaux.

1° Chez les palmipèdes et les gallinacés, le sympathique semble faire partie intégrante du système cérébro-spinal : le nerf spinal paraît traverser le ganglion sympathique.

Un nerf intestinal très important, signalé par Remak chez le phasianus gallus, se retrouve chez tous les oiseaux.

2° Au moyen de coupes en série, on trouve que les ganglions sympathiques et spinaux ne sont pas réellement confondus, les « rami communicantes » étant très courts.

3° Les oiseaux forment, au point de vue du sympathique, une classe intermédiaire entre les mammifères et les autres vertébrés.

(1) Les numéros des pages renvoient à l'exposé complet des titres et travaux scientifiques.

DEUXIÈME PARTIE

PHYSIOLOGIE

Travaux du laboratoire de MAREY, au collège de France (1896-1904) et du laboratoire de DASTRE à la Sorbonne (1904-1917).

Chapitre premier

CIRCULATION

Page.

Note sur un nouveau sphygmographe (récompensé par la Faculté de Médecine), 1889.. 19

Origine du travail. — Les sphygmographes à ressort présentent des inconvénients : 1° on ne sait pas quelle pression on exerce sur l'artère, or le tracé varie avec la pression ; 2° la plume, placée à l'extrémité de la grande branche du levier, modifie le tracé et diminue son amplitude.

Résultats nouveaux.

L'instrument a pour but de faire disparaître ces deux inconvénients, 1° en exerçant sur l'artère une pression connue avec une petite balance romaine ; 2° en prenant le tracé à distance au moyen d'un jet d'eau qui enlève le noir de fumée là où il frappe directement.

CHAPITRE DEUXIÈME

RESPIRATION

Résultats nouveaux.

PRINCIPE. — Pour bien respirer il faut que la cavité thoracique se dilate suivant tous ses diamètres.

APPLICATION. — Trois exercices respiratoires différents, répétés chaque jour, suffisent pour obtenir ce résultat, non seulement chez les chanteurs, mais encore chez les enfants, et chez les adultes.

Ce procédé employé dans toutes les écoles empêcherait dans les conseils de révision d'ajourner les conscrits pour étroitesse de poitrine. (Expériences de l'école primaire de la rue Cambon.)

C'est une expérience qui permet d'expliquer que, chez les sourciers, un pendule tenu à la main puisse se mettre en mouvement et s'y maintenir.

TROISIÈME PARTIE

PHYSIQUE BIOLOGIQUE

CHAPITRE PREMIER

CORNETS ACOUSTIQUES

Point de départ. — Expliquer pourquoi l'usage d'un cornet acoustique augmente la surdité.

Résultats nouveaux.

1° Les embouchures à parois courbes transforment les vibrations.

Comme ces résultats, obtenus avec les flammes manométriques et les miroirs tournants étaient en contradiction avec ceux de Kœnig, les flammes ont été photographiées ;

2° Contrairement à ce qui avait été dit jusqu'ici, la flamme ne se divise pas en un certain nombre de dents, mais ce sont des flammes séparées qui forment des groupements ;

3° L'embouchure, le tube, la membrane modifient les groupements caractéristiques de chaque voyelle ;

4° Quand on parle devant la membrane en laissant un léger rebord on obtient des groupements très simples pour les voyelles fondamentales OU, O, A, É, I.

Chapitre deuxième

PHONATION

Point de départ. — Les résultats obtenus avec les flammes manométriques étant en contradiction avec ceux des auteurs qui avaient employé d'autres procédés, les recherches sur les voyelles ont été reprises avec la méthode graphique de Marey, avec le phonographe et avec un appareil dans lequel le levier du tambour de Marey est remplacé par un rayon lumineux dont on photographiait les déplacements sur une feuille de papier sensible se déroulant et sortant de l'appareil, développé et fixé.

Résultats nouveaux.

1° L'embouchure, le tube, la plaque vibrante, le levier introduisent des causes d'erreur, qui transforment les courbes ;

2° Il en résulte que les phonographes parlent mal parce qu'ils sont mal impressionnés. Après ces travaux, les constructeurs ont modifié leurs méthodes d'inscription ;

3° Quand les causes d'erreurs sont supprimées, les résultats obtenus sont comparables entre eux, quelle que soit la méthode employée ;

4° En partant des courbes les plus simples des voyelles, on construit un appareil de synthèse, qui reproduit les cinq voyelles; le tracé des voyelles synthétiques est le même que celui des voyelles naturelles.

Origine des travaux. — *Théorie de Helmholtz.* — Les cordes vocales agissent comme des anches membraneuses qui, en vibrant, donnent une note fondamentale accompagnée d'un grand nombre d'harmoniques ; lorsqu'on parle ou qu'on chante, la cavité buccale prend une forme déterminée et constante pour chaque voyelle ; à cette forme correspond une note ; cette note, se

trouvant dans la série des harmoniques du larynx, est renforcée : c'est la *vocable ;* la réunion de la note fondamentale laryngienne avec la vocable supra-laryngienne constitue la voyelle.

Théorie de Hermann. — Une voyelle est un ton oral intermittent et oscillant entre certaines limites : voici les vocables trouvées par ces deux auteurs.

	OU	O	A	É	I
Helmholtz.....	fa_2	$si\flat_3$	$si\flat_4$	$si\flat_5$	re_6
Hermann	ut_4-re_4	re_4-mi_4	sol_4	si_5-ut_6	$ré_6$-sol_6

Résultats nouveaux.

1° Pour une même voyelle, la vocable n'est pas fixe, on peut émettre A avec des formes de bouches très différentes ; on peut même émettre A en articulant I.

2° Les voyelles fondamentales peuvent être produites sans la cavité buccale ;

3° Le larynx seul peut les produire ;

4° D'après l'analyse et la synthèse des voyelles, on peut donner la définition suivante :

Les voyelles sont dues à une vibration aéro-laryngienne intermittente. renforcée par la cavité buccale et produisant OU, O, A, É, I, lorsque celle-ci se met à l'unisson avec la somme des vibrations, transformée par elle et donnant naissance aux autres voyelles lorsque cet unisson n'existe pas ; le nombre des intermittences donne la note fondamentale sur laquelle la voyelle est émise.

Si la cavité buccale fonctionne seule, on a la voyelle chuchotée.

Si le larynx fonctionne seul, on a la voyelle chantée.

Si les deux fonctionnent en même temps, on a la voyelle parlée.

Les autres voyelles sont dues à des variations de formes des cavités supra-laryngiennes.

5° Les consonnes sont des bruits supra-laryngiens qui commencent ou finissent une voyelle.

APPLICATIONS

Résultats nouveaux.

1° Comme l'a dit M. Sabine, le son de résonance peut servir à caractériser les propriétés acoustiques d'une salle ;

2° La durée de ce son varie avec le timbre, la hauteur et l'intensité du son primitif ; ce qui pourrait peut-être expliquer pourquoi une salle peut être assez bonne pour un orateur et mauvaise pour un orchestre ;

3° Avec la formule $t = \frac{K}{a + x}$, on peut déterminer la durée du son de résonance en fonction du nombre des auditeurs ;

4° Pour que l'acoustique d'une salle soit bonne, la durée d'un son de résonance déterminé doit être sensiblement constante pour toutes les places et toutes les voyelles ; elle doit être comprise entre 0,5 seconde et 1 seconde ;

5° Si cette durée est plus grande que 1 seconde, on n'arrive plus à se faire entendre dans la salle qu'en parlant très lentement, en articulant bien et en ne donnant pas à la voix une énergie trop grande ;

6° Cette méthode permet d'indiquer d'avance à un orateur les conditions dans lesquelles il doit parler pour se faire comprendre de tous ses auditeurs.

J'ai eu l'occasion d'étudier quelques instruments de musique anciens venant du Pérou. Certains d'entre eux avaient été classés comme appartenant à la période précolombienne. J'ai pensé qu'il serait intéressant de déterminer, au moyen de la méthode graphique, les notes rendues par ces appareils ; on connaît, en effet, suffisamment, à l'heure actuelle, l'histoire des diverses

gammes pour que l'on puisse dire, d'après les notes qu'il donne, si un instrument est ancien ou moderne.

Résultats nouveaux.

En employant ce procédé, j'ai constaté que certains instruments, catalogués comme datant de l'époque précolombienne, étaient modernes.

Page

3. — **La portée de certaines voix**.. 102

On dit généralement que certaines voix *portent* mieux que d'autres ; cette assertion est-elle vraie et que signifie-t-elle exactement ?

Nous allons chercher, dans une salle déterminée, quelle énergie doit donner à sa voix, pour se faire entendre, un orateur suivant qu'il a une tessiture de basse, de baryton ou de ténor.

Résultats nouveaux.

A égalité de diction :

1° On a raison de dire que certaines voix portent mieux que d'autres ; cette expression signifie simplement que certaines voix ont besoin d'un moindre effort pour se faire entendre ;

2° Un orateur devra développer V et H, c'est-à-dire augmenter V en accroissant sa capacité vitale par des exercices appropriés de ses muscles inspirateurs ; augmenter H en apprenant à faire fonctionner ses muscles expirateurs, tout en ne laissant pas perdre d'air inutilement par la fente glottique ;

3° En pratique, pour se faire entendre d'un auditoire dans une salle inconnue, il faut augmenter peu à peu l'énergie de la voix jusqu'à ce que l'on commence à percevoir soi-même le son de résonance ; alors on diminue un peu l'énergie du son et l'on obtient ainsi les meilleurs résultats.

Page.

4. — **Travail développé pendant la phonation**.............................. 105

Il était intéressant de mesurer la valeur exacte de ce travail chez un orateur. Sa valeur est exprimée par le produit VH du volume V d'air, qui s'échappe des poumons, pendant un temps donné, sous une pression H.

Résultats nouveaux.

1° Un orateur doit avant tout apprendre à respirer, puisque c'est V qui varie le plus;

2° Il ne faut pas perdre d'air inutilement, c'est-à-dire que les cordes vocables doivent se joindre sur la ligne médiane;

3° Les hommes, et, en particulier, les basses se fatiguent beaucoup plus en parlant que les femmes et les enfants.

Un sujet déterminé peut émettre un certain nombre de notes qui constituent la tessiture de sa voix; aux notes graves de cette tessiture correspond ce que l'on appelle le registre de poitrine, aux notes aiguës, le registre de tête. Entre ces deux registres, il existe un passage plus ou moins marqué; c'est le mécanisme de ce passage que je vais étudier.

Résultats nouveaux.

Ce phénomène de passage est dû à la contraction du muscle crico-thyroïdien, mais les noms de voix de poitrine et voix de tête semblent assez mal choisis, car ils peuvent induire les élèves en erreur; il n'y a en effet qu'une voix due à la vibration aéro-laryngienne produite au niveau de la glotte; il conviendrait mieux de se servir du terme, registre grave et registre aigu; en effet, les expressions registre épais et registre mince, dont on se sert quelquefois, ont l'inconvénient de supposer que l'on connaît bien la relation entre l'épaisseur des cordes vocales et la note fondamentale laryngienne, ce qui n'est pas exact, pour le moment du moins.

Les voyelles fondamentales OU, O, A, É, I, se forment dans le larynx.

A chaque voyelle laryngienne bien émise, correspond une forme, et une seule, de cavité buccale pour un sujet déterminé. Si cette condition n'existe pas, la voyelle est mal émise, c'est-à-dire transformée, et la courbe caractéristique n'existe plus.

Quand une voyelle A, par exemple, est chantée sur différentes notes, il

arrive le plus souvent que son tracé varie à chaque note : la figure 68, empruntée à Hermann, montre bien ce phénomène ; il semble donc qu'il y ait autant d'A que de notes pour un même sujet ; je vais montrer à quoi tient cette complexité apparente des tracés d'une même voyelle.

Résultats nouveaux.

1° En faisant abstraction des harmoniques, qui donnent le timbre de chaque voix et que mon appareil n'inscrit pas, on obtient des tracés très simples pour les voyelles fondamentales OU, O, A, É, I, lorsque ces voyelles sont bien émises ;

2° Ces tracés se modifient à chaque note lorsque la bouche n'a pas la forme qu'elle doit avoir ; c'est pourquoi une bonne diction étant très rare dans la voix chantée, j'ai dit qu'il fallait d'abord chercher les tracés caractéristiques des voyelles parlées ;

3° Il arrive que certains appareils transforment les tracés, ce qui complique encore les résultats ;

4° On comprend pourquoi il est si rare de rencontrer des chanteurs ayant une bonne diction : une belle voix dépend uniquement du larynx et de l'oreille, c'est-à-dire de conditions anatomiques ; une bonne diction nécessite une série d'études longues et difficiles, que peu de chanteurs ont le courage de faire complètement.

Page.

7. — **Qualités et défauts de la voix parlée et chantée vus par la photographie** 113

Résultats nouveaux.

Pour faire voir à un élève les qualités et les défauts de sa voix, il suffit soit de le faire parler, soit de lui faire chanter une gamme sur une voyelle devant l'appareil que j'ai décrit et qui permet de photographier les vibrations : la photographie sort immédiatement développée et fixée : elle peut avoir 25 mètres de longueur, ce qui permet de chanter ou de parler de cinq à dix minutes suivant la vitesse d'entraînement du papier.

1° *Un professeur de diction* reconnaîtra de suite :

a) La durée de chaque voyelle ;

b) La note sur laquelle elle est émise ;

c) Les parties constitutives de chaque syllabe.

Pour les étrangers et les sourds-muets, on aura ainsi un procédé permettant de leur faire voir leurs défauts

2° *Un professeur de chant* peut faire voir immédiatement à un élève qui vient de chanter une gamme sur A, par exemple :

a) S'il chante en mesure ;

b) S'il chante juste ;

c) Si sa voix est bonne ;

d) S'il a une capacité vitale insuffisante ;

e) S'il a de la diction ;

f) Si la diction est bonne ;

g) Quel est la tessiture de la voix ;

h) S'il a des trous dans la voix

Pages

8. — La voix des sourds-muets, comment on peut la modifier 118

Résultats nouveaux

1° Les sourds-muets ont une voix spéciale parce qu'ils parlent avec des vocables fixes, c'est-à-dire en donnant à la bouche une forme spéciale et *une seule* pour chaque voyelle ;

2° Pour modifier leur voix, il suffit de développer l'audition de manière à faire entendre d'abord des instruments de musique, puis la voix nue ; on leur apprend ensuite à chanter quelques notes.

Pages

9. — La photographie de la voix dans la pratique médicale 121

Résultats nouveaux

La photographie des vibrations laryngiennes permet de faire voir d'une façon très nette l'état de la voix au début et à la fin d'un traitement, ce procédé est un guide pour le praticien dans la marche des soins à donner et, dans certains cas, ces tracés pourront ne pas être inutiles au malade et, au médecin pour le diagnostic.

Cette méthode permet également de faire voir à un bègue qu'il parle trop vite, en respirant mal et en appuyant trop sur certaines consonnes (*Comptes rendus*, t. CLVIII, p. 730).

CHAPITRE TROISIÈME

AUDITION

ésultats nouveaux.

A. Le déplacement de l'étrier est au plus de l'ordre de grandeur du 000e de millimètre, alors que jusqu'ici on croyait que cet osselet se déplaçait e dixièmes de millimètre.

Ceci explique les mauvais résultats obtenus avec les appareils masseurs ui imprimaient au tympan des déplacements trop grands.

B. *Le liquide de l'oreille interne.* — Le liquide de l'oreille interne conent, chez la grenouille et chez les animaux inférieurs, des cristaux plus ou ioins volumineux, les *otolithes*. Sa densité est 2,18 :

Sa composition est la suivante : c'est une dissolution, dans un liquide de ature indéterminée, de bicarbonate de chaux et traces de bicarbonate de agnésie avec cristaux de carbonates en excès.

Chez les mammifères, il est impossible d'avoir du liquide pur non mélangé vec le sang; la composition du liquide de l'oreille interne est probablement nalogue.

En effet les sels de quinine et certains médicaments donnent des bourionnements d'oreille parce qu'ils agissent chimiquement sur les otolithes ; si n donne un sel ne pouvant pas avoir de réaction chimique les bourdonneients n'existent plus : c'est ainsi que l'éthylcarbonate de quinine qui a pour ormule :

$$CO\begin{cases}OC^{20}H^{26}Az^{2}O\\OC^{2}H^{5}\end{cases}$$

e donne pas de bourdonnements.

Deux théories sont en présence : la première est celle de Helmholtz : our cet auteur, « ce sont des vibrations transmises aux liquides, et certaines arties de l'organe de Corti vibrent à l'unisson ». La seconde théorie, plus écente, admet que ce sont des mouvements du liquide, en totalité qui vient otter à la fois toute la surface épithéliale auditive.

Résultats nouveaux

1° Les déplacements de l'étrier, transmis par la périlymphe, imprimen au sac endolymphatique des variations de pression qui sont groupées comm les tracés des vibrations qui arrivent au tympan.

2° Le tympan et la chaîne des osselets à l'état physiologique transmetten toutes les vibrations avec leurs qualités propres; à l'état pathologique ce mêmes parties transmettent toutes les vibrations en conservant leur forme mais en modifiant leur hauteur et leur intensité.

3° Il doit y avoir quelque part, dans le système nerveux central, différente parties qui sont influencées par des sons de forme (timbre) différente (bruits vibrations musicales, ou voyelles). Évidemment la preuve complète ne pourrai être faite que si plusieurs autopsies montraient les mêmes lésions chez de malades n'ayant pas entendu les mêmes sons.

Résultats nouveaux

a. On rencontre souvent des sujets qui entendent les *bruits* les plu faibles, mais qui sont complètement sourds pour la musique et pour l parole.

b. On en rencontre d'autres qui entendent les bruits, la musique et l parole, en tant que vibration musicale, produite par le timbre de chaque voix mais qui ne la comprennent pas.

Ces deux sortes de surdité sont provoquées le plus souvent par de méningites diagnostiquées avec les méthodes précises dont on dispose aujour d'hui dans les laboratoires ou par les commotions de guerre.

Explication. — On peut expliquer ces phénomènes de la façon suivante lorsqu'une vibration de nature quelconque se produit à l'extérieur, toutes l terminaisons nerveuses sont impressionnées par l'intermédiaire de la pér lymphe et de l'endolymphe et, suivant qu'il s'agit d'un bruit, d'une vibratio musicale ou de la parole, ce sont des centres nerveux de la premièr deuxième ou troisième étape (*fig*. 50) qui sont impressionnés.

Si le centre nerveux de la première étape existe seul, le sujet n'enten que les bruits même les plus faibles; c'est ce qui se présente à l'état norm chez les animaux inférieurs.

De même si le centre de la troisième étape est le seul à être lésé, le sujet ntendra toutes les vibrations, mais il ne comprendra pas la parole.

Le degré de perfection de l'audition est donc lié non pas tant à l'organe oreille qu'aux centres auditifs et par conséquent au cerveau.

Enfin les voies récurrentes expliquent le retard dans l'audition qu'on bserve chez certains sourds-muets.

Résultats nouveaux.

1° A distance constante, chaque voyelle est perçue pour un minimum l'énergie sur une note déterminée ;

2° Un orateur peut avoir besoin d'émettre la voyelle portant le plus loin vec un minimum d'énergie, sur une note comprise dans le registre de sa oix : il est donc obligé de renoncer aux voyelles É et I, qui ne portent loin que sur des notes trop aiguës. OU est éliminé, puisque, sur la note ut_3, il faut me énergie 0,015 pour porter à 125mètres; restent donc les deux voyelles O et A, t c'est en effet celles que l'on emploie. C'est l'origine du allô du téléphone.

3° La note des sirènes employées sur les côtes est actuellement le $ré_3$ près avoir été longtemps le la_3 ; peut-être y aurait-il lieu de chercher si des otes plus aiguës n'auraient pas une portée plus grande, tout en exigeant une lépense moindre d'énergie ;

4° Dans les acoumètres, il est indispensable non seulement d'avoir une ibration de nature déterminée, mais encore de bien connaître la note fondamentale sur laquelle cette vibration est émise.

Résultats nouveaux.

Les Poissons n'entendent pas les vibrations des voyelles synthétiques ransmises dans l'intérieur du liquide avec une énergie capable d'impressionner des sourds-muets regardés comme sourds complets.

Il est donc peu probable qu'ils entendent la voix humaine ordinaire, les ibrations passant très difficilement de l'air dans l'eau.

Lorsqu'ils s'enfuient, sous l'influence d'un choc produit sur le fond d'un bateau, ce n'est pas une affaire d'audition mais une affaire de tact. (Ligne atérale.)

APPLICATIONS

Dans un grand nombre de travaux, j'ai indiqué les conditions dans lesquelles il fallait se placer pour mesurer et développer l'acuité auditive; ces travaux ont été couronnés en 1902 par l'Académie de Médecine; le rapport ci-joint, rédigé par le Professeur Marey, président de l'Académie, les résume en quelques lignes.

Extrait du rapport (1) sur les travaux adressés au concours pour le prix Meynot (2)

SÉANCE DU 1er JUILLET 1902

« Messieurs : votre Commission a eu à examiner onze travaux dont elle vous rend compte aujourd'hui. Nous ne suivrons pas, dans cet exposé, les numéros d'ordre; les numéros 1 et 8, provenant du même auteur, nous commencerons par le travail numéro 2, et réunirons en un seul les travaux 1 et 8...

« Nos 1 et 8. — On a réuni, sous ces numéros, de nombreux mémoires que M. Marage a présentés depuis sept ans à l'Académie de Médecine; à la Société de Biologie, à l'Académie des Sciences et à la Société de Physique.

« Les travaux qui rentrent le plus particulièrement dans le programme du prix Meynot sont les études de l'auteur sur l'acuité auditive, celles sur la fonction de la chaîne des osselets, sur la composition du liquide de l'oreille interne et des otolithes. Toutes ces études conduisent M. Marage à des applications pratiques, soit au diagnostic, soit au traitement des maladies de l'oreille, non pas de ces lésions graves qui nécessitent l'intervention chirurgicale et dont la plupart des autres concurrents se sont à peu près exclusivement occupés, mais de ces surdités, si répandues, auxquelles échappent peu de personnes quand elles avancent en âge. L'Académie connaît une grande partie des travaux de M. Marage, et votre rapporteur a eu l'honneur de lui en présenter quelques-uns,

(1) Académie de Médecine : séance du 1er juillet 1902.
(2) Prix Meynot aîné père et fils, de Donzère (Drôme) : 2.600 francs de rente 3 p. 100 Annuel. Ce prix est décerné en 1902 au meilleur ouvrage sur les maladies des oreilles.

ceux, par exemple, qui sont relatifs à la formation des voyelles et sont intimement liés à l'étude de la surdi-mutité.

« Ce rapport pourra donc se réduire à un rappel sommaire des travaux que nos collègues connaissent déjà en grande partie.

« Mesure de l'acuité de l'audition. — On a pu dire avec raison qu'un bon acoumètre n'existait pas encore, et cela était vrai jusqu'ici. L'emploi du diapason, du bruit d'une montre ou de tout autre moyen de produire des sons ou des bruits ne constitue pas une mesure rigoureuse. Comment égaliser la sonorité des divers diapasons, la force du choc qui les met en vibration? Comment mesurer avec exactitude le moment où un son qui s'évanouit cesse d'être entendu par le malade?

« Et puis, dans la pratique, la surdité à la voix parlée précède de beaucoup la surdité aux sons musicaux; ces deux infirmités n'ont pas de commune mesure. »

« M. Marage a réussi à créer un instrument donnant de l'acuité auditive une mesure précise.

« Ses études sur la phonation l'ont conduit à reproduire par la synthèse les sons des voyelles au moyen d'une sirène munie d'un résonnateur. Les sons que l'on soumet à l'audition du malade sont donc bien ceux de la voix; on en gradue l'intensité en réglant la pression de l'air dans la soufflerie de la sirène et, si l'on constate qu'un sujet, qui, à 50 centimètres de distance, n'entendait le son de la sirène qu'avec une pression de 10 millimètres, l'entend aujourd'hui avec une pression de 7, on en conclut que l'audition est améliorée, et cette amélioration a pour mesure 3 degrés.

« Le rôle de la chaîne des osselets de l'ouïe, bien connu dans son mécanisme essentiel, l'était mal en ce qui concerne l'étendue de ses mouvements. Helmholtz lui-même en avait donné une estimation exagérée, même en tenant compte de la réduction d'un quart que subissent ces mouvements entre le tympan et la fenêtre ovale. M. Marage a montré que, loin d'atteindre 1/10 de millimètre, l'amplitude des vibrations de l'étrier est de l'ordre des millièmes de millimètre.

« Il s'ensuit que, dans la pratique du massage du tympan, on recourait à des forces exagérées, pouvant être dangereuses et, en tout cas, imprimant à la chaîne des osselets des mouvements tout autres que ceux qu'elle doit recevoir dans les conditions physiologiques. Aussi est-ce par des sons d'intensité bien réglée que M. Marage imprime à la chaîne des osselets des mouvements d'amplitude convenable, et il justifie les bons effets de cette méthode par une statistique déjà longue. Dans son traitement de l'otite scléreuse, les cas rebelles sont rares, les améliorations notables sont la règle, les guérisons absolues

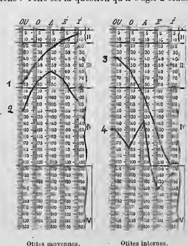
sont fréquentes. Chose curieuse, qui résulte des tableaux de l'auteur, les cas les plus rebelles ne sont pas ceux qui correspondent aux surdités les plus prononcées.

« Dans ces tableaux, la mesure de l'acuité auditive est représentée avec sa valeur avant ou après le traitement. »

Page.
2. — Différentes sortes d'otites scléreuses.......................... 124

Résultats nouveaux.

Quand on mesure, au moyen de la sirène à voyelles, l'acuité auditive des malades atteints *cliniquement* d'otite scléreuse, on obtient des courbes variables. Peut-on, au moyen de ces tracés, reconnaître si l'oreille interne présente des lésions? Telle est la question qu'il s'agit d'étudier.



Otites moyennes. Otites internes.

L'expérience nous montre que les malades, atteints de surdité à la suite d'otorrhées, ont toujours la même forme d'audition (1 et 2), tandis que

ceux qui, comme les sourds-muets, présentent des lésions du nerf ou des entres auditifs, ont des tracés absolument différents (3 et 4), avec trous lans l'audition.

Par conséquent, nous pourrons dire que la sclérose affecte seulement l'oreille moyenne (*fig.* 83) lorsque le genre d'audition se rapprochera de celui ue nous trouvons dans la figure 1 ; au contraire (*fig.* 84), nous serons en résence d'une otite scléreuse mixte, avec lésions de l'oreille moyenne et de 'oreille interne, lorsque nous rencontrerons des trous dans l'audition.

Page

3. **Diverses sortes de surdi-mutités** 126

Résultats nouveaux.

1° On ne doit pas diviser les sourds-muets en demi-sourds et sourds omplets, car le degré de surdité a relativement peu d'importance ;

2° On doit les classer, d'après leur forme d'acuité auditive, en sourds-nuets comprenant et répétant ce qu'ils entendent (surdité régulière), et en ourds-muets ne comprenant pas et ne pouvant pas répéter ce qu'ils entendent trous dans l'audition) ;

3° Chez les premiers l'amélioration de l'audition est plus rapide que chez es seconds ;

4° Quand on a développé suffisamment l'acuité auditive au moyen des ibrations fondamentales des voyelles, il faut souvent beaucoup de temps et e patience pour arriver à faire comprendre et retenir à l'élève ce qu'il ntend.

En effet, quand un sourd-muet sait lire, écrire et lire sur les lèvres, il onnaît la langue en tant que signe, mais il ne la connaît pas en tant que on ; c'est donc pour lui l'étude par l'oreille d'une langue nouvelle, et l'on sait e temps qu'il faut à nos élèves de lycée pour arriver à apprendre et à parler ne langue étrangère.

Page.

4. — **Éducation et rééducation de l'oreille et des centres auditifs** 129

ésultats nouveaux.

1° Quand on veut faire l'éducation chez les sourd-muets, ou la rééducation hez les sourds, de l'oreille et des centres auditifs, il faut employer les vibra-

tions que l'oreille est destinée normalement à entendre, c'est-à-dire des vibrations aériennes et non des vibrations métalliques ;

2° On ne doit employer que des vibrations bien connues, dont le tracé a été pris par la photographie ;

3° On doit débuter par des vibrations très simples, de timbre constant représentant les vibrations fondamentales des voyelles ;

4° Ensuite on emploie des vibrations plus complexes, de timbre variable analogues à celles que l'on rencontre dans la parole naturelle ;

5° On doit toujours pouvoir faire varier l'intensité des vibrations employées, de manière, chaque semaine, à mesurer exactement les progrès de l'acuité auditive.

Page

5. — **Fonctionnement de l'oreille à l'état pathologique, les bourdonnements d'oreille**. 13

A l'état physiologique, l'organe auditif ne fonctionne qu'au moment où il est impressionné par une vibration sonore.

A l'état pathologique, il n'en est pas ainsi, et l'on peut entendre des sons qui n'existent pas en réalité ; on dit alors que l'on a des bourdonnements d'oreille.

Résultats nouveaux

1° Les bourdonnements d'oreille ont des origines très différentes ;

2° Les sifflements ont pour cause une mauvaise position de l'étrier ; il est généralement facile de les faire disparaître au moyen de sons plus graves de faible intensité, reproduisant les vibrations fondamentales des voyelles ;

3° Les battements sont produits par des troubles des nerfs vaso-moteurs ; ils cessent le plus souvent sous l'influence des courants de haute fréquence ;

4° Les autres bourdonnements sont dus très probablement à une orientation particulière des éléments nerveux des centres auditifs ; très fréquemment, en effet, ils disparaissent sous l'influence d'un massage vibratoire.

Page

6. — **L'acuité auditive après la méningite cérébro-spinale**.. 14

Résultats nouveaux

Si l'on compare les tracés de l'acuité auditive de ces malades avec ceux que nous avons trouvés chez les sourds-muets, on constate la plus grand

ınalogie : quand on développe leur audition, on observe les mêmes phéno-nènes et l'on arrive aux mêmes résultats ; c'est-à-dire que la grande difficulté i'est pas de les faire entendre, mais de leur faire comprendre et qu'ils en-endent. Si le sujet. même avec une acuité de 400, comprend et répète ce qu'il ıntend, le pronostic est meilleur que si, avec une acuité auditive de 50', il tait incapable de reproduire le son qu'il entend.

Il est donc probable que les enfants nés sourds-muets présentent les nêmes lésions que les sujets atteints plus tard de méningite cérébro-spinale. 'ette hypothèse a du reste été confirmée depuis par M. Rabaud, maître de onférences à la Sorbonne.

7. — **Les surdités de guerre.**

ésultats nouveaux.

1° *Mesure de l'audition.* — On détermine exactement en pourcentage, vec la sirène à voyelles, la perte d'audition, ce qui permet de classer les soldats ans le service armé, le service auxiliaire ou de les réformer ;

2° *Simulateurs.* — Il est facile de les dépister :

Pour cela on construit une première courbe représentant leur acuité uditive ; en faisant une seconde expérience quelques minutes après, si le ujet est de bonne foi, on trouve la même courbe : dans le cas de simulation, ı courbe est différente.

De plus la perte d'audition à l'acoumètre doit correspondre à la perte 'audition dans la pratique ;

3° *Développement de l'audition.* — 400 soldats sourds ont été traités à Flèche et à Bourges, 75 p. 100 ont pu rejoindre le front ; beaucoup d'entre ux avaient été proposés pour la réforme ou pour l'auxiliaire.

8. — **Les commotions de guerre.**

ésultats nouveaux.

Les ondes de choc développées dans l'éclatement d'un obus explosif sont ıractérisées par :

a) Des pressions initiales de l'ordre de 150 à 300 kilogrammes ;

b) Des vitesses initiales de l'ordre de 2.000 à 3.000 mètres :

c) L'amortissement rapide de ces pressions et vitesses qui s'annulent pratiquement après un parcours de 50 a 60 mètres ;

d) La répartition des ondes condensées suivent quatre gerbes avant arrière et latérales laissant entre elles des secteurs morts où prennent naissance des ondes dilatées.

En pratique, la présence du sol dans lequel l'obus s'enfonce plus ou moins, celle d'obstacles tels que mouvements de terrains, murs, constructions sont susceptibles de modifier notablement cette répartition, par exemple en y introduisant des ondes de réflexion qui viennent interférer avec les ondes primaires.

La commotion de guerre [1] provient de pressions énormes et très courtes qui agissent sur toute la surface du corps et sont transmises par les liquides de l'organisme à la substance corticale du cerveau contenu dans un vase indéformable : le crâne.

Naturellement si le crâne n'avait pas de résistance, les pressions se transmettraient directement au cerveau par sa surface, c'est ce qui se présente chez les lapins et les cobayes, sur lesquels on a expérimenté.

Donc les appareils introduits dans le conduit auditif peuvent protéger le tympan, mais ils seront absolument inefficaces contre les commotions, et la surdité par commotion ne se fait pas par l'oreille moyenne.

[1] J'appelle commotion les lésions produites dans un point du système nerveux, soit central (commotion cérébrale), soit périphérique (commotion labyrinthique).

AUTRES APPLICATIONS MÉDICALES

Résultats nouveaux.

Ce travail a paru six mois avant la communication de M. Roux sur le sérum, il est donc devenu rapidement inutile.

Méthode du Dr Gaucher.	Modification.
1° Enlever les fausses membranes à sec.	1° Toucher *doucement* les fausses membranes avec la *papaïne* qui les dissout.
2° Toucher les muqueuses avec le collutoire phéniqué.	2° Grand lavage antiseptique faible, pour enlever les fausses membranes.
3° Grand lavage antiseptique.	3° Toucher légèrement la muqueuse avec un collutoire antiseptique coagulant la fibrine et les albuminoïdes.
(*Inconvénients :* traitements douloureux, difficile, ouvrant de nouvelles portes à l'infection).	

La pharyngite granuleuse est une affection qui récidive souvent. L'analyse complète de l'urine explique ces rechutes. En effet, les malades présentent tous une hyperacidité souvent considérable.

On se trouve donc en présence d'une diathèse par hyperacidité organique, et la pharyngite n'est qu'une manifestation locale d'un état général : l'arthritisme.

La pharyngite se produit parce qu'il y a diminution générale des sécrétions muqueuses par suite de leur acidité ; la mucine, précipitée par cette acidité, obture les follicules muqueux, ce qui les empêche de fonctionner. Il s'ensuit également que la sécrétion gastrique est modifiée ; il y a augmentation de l'acidité du suc gastrique et par suite augmentation de l'appétit ; aussi les malades refusent-ils énergiquement de changer leur régime alimentaire, d'autant plus qu'ils digèrent bien et avec plaisir, jusqu'au jour où apparaîtra une dyspepsie qui sera, comme le tracé permet de le prévoir, hypochlorhydrique et catarrhale.

Page
3. — Action de la résorcine sur le tissu lymphoïde pharyngien 14

A l'état normal chez tous les enfants, on trouve dans le pharynx un anneau de tissu lymphoïde limité en bas par l'amygdale linguale, sur les côtés par les deux amygdales palatines et en haut par du tissu lymphoïde disséminé, la troisième amygdale qui, hypertrophiée, constitue les végétations adénoïdes. Chez les hyperacides (arthritiques), ce tissu est peu développé, mais chez les hypoacides (lymphatiques), il présente souvent une hypertrophie considérable.

Or l'organisme des hypoacides est un véritable bouillon de culture dans lequel se développent les microbes les plus divers et en particulier les bacilles de la tuberculose : il est possible que le tissu lymphoïde joue un certain rôle dans la formation des globules blancs ; ceux-ci, comme on le sait depuis les travaux de M. Metchnikoff, sont chargés de lutter contre les microbes en les agglutinant et en les absorbant ; donc l'hypertrophie du tissu lymphoïde n'est qu'un moyen pour l'organisme de lutter contre les maladies microbiennes. Enlever ce tissu, en opérant, c'est priver l'organisme d'un de ses moyens de défense. Il est vrai que la nature dépasse souvent le but et hypertrophie trop le tissu lymphoïde; deux cas se présentent :

Premier cas (5 0/0). — Le tissu lymphoïde gêne le développement et la respiration par son *volume* seul ; il faut opérer.

Deuxième cas (95 0/0). Le tissu lymphoïde gêne par des inflammations répétées.

Il suffit alors de le traiter par des badigeonnages avec une solution aqueuse de résorcine à 100 0/0; toutes les inflammations disparaissent, et l'on n'a pas privé l'organisme de son moyen de défense.

Page
4. — Serre-nœud électrique automatique 14

Autrefois on se servait beaucoup de l'amygdalotome, et parfois, chez l'adulte, on avait des hémorragies qu'il était impossible d'arrêter.

L'appareil a pour but de remédier à cet inconvénient.

Il se compose d'un serre-nœud à fil de platine qui marche automatiquement au moyen d'un ressort, quand on appuie l'index sur un bouton; on fait donc d'abord l'hémostase à froid. A un moment la résistance des tissus fait équilibre à la force du ressort : alors, en appuyant sur un interrupteur, on fait passer un courant qui porte le platine au rouge sombre; le ressort peut alors agir de nouveau.

QUATRIÈME PARTIE

ENSEIGNEMENT

(1898)

1. — CONFÉRENCES A L'AMPHITHÉATRE DE PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

Après mes premiers travaux, j'ai fait aux élèves de M. Dastre et à une trentaine d'auditeurs étrangers des conférences contradictoires sur la phonation.
Je faisais un exposé de trois quarts d'heure environ ; ensuite chacun faisait les objections et souvent la discussion durait plus de deux heures.
Ce genre de conférences est très utile non seulement aux auditeurs, mais encore à l'orateur ; cet exemple a été suivi et depuis cette époque chaque semaine, les élèves du laboratoire viennent à tour de rôle exposer leurs travaux à leurs camarades ; le professeur dirige les débats et fait, à la fin, la critique de la conférence et des objections.

(1904-1911)

2. — COURS LIBRE DE PHYSIQUE BIOLOGIQUE SUR LA PHONATION ET L'AUDITION

Pendant cinq ans, M. Dastre a bien voulu me donner l'hospitalité dans l'amphithéâtre de physiologie pour faire un cours par semaine pendant le semestre d'hiver.

La première année, il y eut une moyenne de vingt-cinq auditeurs ; puis pe à peu leur nombre augmenta et, en 1909, l'amphithéâtre de physiologie n'étan plus assez grand, nous fûmes forcés d'aller dans l'amphithéâtre de chimie o le professeur voulut bien nous accueillir.

Puis des travaux pratiques furent inaugurés le dimanche de 4 à 7 : il étaient destinés non seulement à faire des expériences, mais encore à résume le cours précédent pour les élèves qui n'avaient pu y assister (la plupart d'entr eux sont professeurs et ne sont pas toujours libres pendant la semaine).

A partir de 1909 la moyenne des élèves inscrits dépassait deux cents l'auditoire se compose de professeurs de l'enseignement primaire et secondaire de professeurs de chant et de diction : chaque année des professeurs du Conservatoire accompagnés de leurs élèves viennent suivre les cours, il y a égale ment beaucoup d'étrangers, quelques étudiants en médecine, et deux ou troi médecins.

Le résumé du cours a paru en 1910 sous le titre : *Manuel de physiologie d la voix à l'usage des chanteurs et des orateurs* [1].

(1911)

3. — COURS DE PHYSIOLOGIE DE LA PAROLE ET DU CHANT

En 1911, le cours a été créé officiellement par l'Université de Paris : i a été rattaché à l'Institut de phonétique.

La partie concernant l'audition a été réduite à un seul cours, dans leque on étudie l'oreille musicale.

[1] In-8° de 200 pages avec 114 figures, couronné par l'Institut (prix Montyon).

ORDRE CHRONOLOGIQUE

(1887)

Anatomie descriptive du sympathique thoracique des oiseaux (Médaille de la Faculté de Paris). In-8° de 68 pages, avec figures (David, éditeur), Paris, 1887.

(1889)

Anatomie et histologie du sympathique des oiseaux. In-8° de 72 pages, avec figures et planches en couleurs (Masson, éditeur). Paris, 1889.

Note sur un nouveau sphygmographe (récompensé par la Faculté de Médecine), 1889.

(1892)

Traitement par la résorcine en solution concentrée de l'hypertrophie du tissu lymphoïde pharyngien, 1892 (Masson éditeur).

(1896)

Serre-nœud électrique automatique (récompensé par la Faculté de Médecine). Paris, 1896 (Masson, éditeur).

(1897)

Note sur un nouveau cornet acoustique servant en même temps de masseur du tympan, 1897 (Masson, éditeur).

Étude des cornets acoustiques par la photographie des flammes de Kœnig, 4 planches (récompensé par la Faculté et par l'Académie de Médecine). Paris, 1897 (Masson, éditeur).

(1898)

Contribution à l'étude des voyelles par la photographie (37 pages).
Comment parlent les phonographes (*Cosmos*, 1898) (*Vie scientifique*).
La voix des sourds-muets (*Académie de Médecine*, 5 avril 1898).
Résumé des conférences faites à la Sorbonne sur les voyelles.
Exercices acoustiques chez les sourds-muets.
Traitement de la surdité par le massage (*Société de biologie*).
La méthode graphique dans l'étude des voyelles (*Institut*).

(1899)

Synthèse des voyelles (*Institut*).
Les phonographes et l'étude des voyelles. In-8° de 19 pages, avec figure
Rôle de la cavité buccale et des ventricules de Morgagni dans la phonati (*Société de biologie*).
Rôle de l'arthritisme dans la pharyngite des orateurs (*Académie de Méd cine*, 1899).

(1900)

Théorie de la formation des voyelles, avec 43 figures, ouvrage couron par l'Institut (Prix Barbier, 1900).
Acoumètre normal, appareil couronné par l'Académie de Médecine (Pr Barbier, 1900).
Rôle de la chaîne des osselets dans l'audition (*Académie de Médecine*, 1900

(1901)

Quelques remarques sur les otolithes de la grenouille (*Institut*, 1901).
Sur les otolithes de la grenouille (*Institut*, 1901).

(1902)

Mesure et développement de l'audition (Prix Meynot, 1902).
A propos du liquide de l'oreille interne chez l'homme (*Société de biologi* janvier 1902).

(1903)

Contribution à la physiologie de l'oreille interne (*Institut*, janvier 1903).

A propos de la physiologie de l'oreille interne (*Institut*, mars 1903).

Action sur l'oreille, à l'état pathologique, des vibrations fondamentales des voyelles (*Institut*, février 1903).

Mesure et développement de l'audition chez les sourds-muets. In-8° de 8 pages, avec 38 figures (*Académie de Médecine*, 24 novembre 1903).

(1904)

Mode d'action des vibrations sur le système nerveux (*Institut*, février 1904).

Comment on peut modifier la voix des sourds-muets (*Académie de Médecine*, 7 avril 1904).

Théorie élémentaire de l'audition (*Société française de Physique*, 1904).

(1905)

Sensibilité spéciale de l'oreille physiologique pour certaines voyelles (*Institut*, janvier 1905).

Diagnostic différentiel des lésions de l'oreille moyenne et de l'oreille interne (*Académie des Sciences*, février 1905).

Contribution à l'étude de l'organe de Corti (*Institut*, octobre 1905).

Pourquoi certains sourds-muets entendent mieux les sons graves que les sons aigus (*Institut*, octobre 1905).

(1906)

Qualités acoustiques de certaines salles pour la voix parlée, 10 figures (*Institut*, avril 1906).

Contribution à l'étude de l'audition des poissons (*Institut*, 26 novembre 1906).

(1907)

Photographie rapide des principales vibrations de la voix chantée et parlée (*Société philomathique*, janvier 1907).

La portée de certaines voix (*Académie de Médecine*, 21 mai 1907).

Travail développé pendant la phonation (*Institut*, 27 mai 1907).

Audition et phonation chez les sourds-muets (*Académie de Médecine*, 29 octobre 1907).

Développement de l'énergie de la voix par des exercices respiratoires (*Institut*, novembre 1907).

(1908)

Augmentation de la capacité vitale et du périmètre thoracique chez le enfants (*Institut*, 15 juin 1908).

Photographie des vibrations de la voix (*Institut*, 23 mars 1908).

Contribution à l'étude de l'audition (*Institut*, 12 octobre 1908).

Différents tracés d'une même voyelle chantée (*Institut*, novembre 1908).

(1909)

Contribution à l'étude de la voix chantée ; voix de tête et voix de poitrin (*Institut*, 11 janvier 1909).

Résumé du cours libre fait à la Sorbonne sur la physiologie de la voix par lée et chantée (1904-1909).

Utilité de la méthode graphique dans l'étude des instruments de musiqu anciens (*Institut*, 15 mars 1909).

Les voyelles laryngiennes (*Société philomathique*, 27 mars 1909).

La respiration chez les chanteurs (*Institut*, 25 avril 1909).

Étude des vibrations laryngiennes (*Institut*, 22 novembre 1909).

(1910)

La photographie de la voix dans la pratique médicale (*Institut*, 24 jar vier 1910).

Développement de l'énergie de la voix (*Institut*, 9 mai 1910).

Fonctionnement de l'oreille à l'état pathologique (*Institut*, 7 novembre 1910

(1911)

Petit manuel de physiologie de la voix (in-8° de 200 pages, avec 114 figures (couronné par l'Institut, prix Montyon, 1911).

Étude des consonnes (*Institut*, 8 mai 1911).

Diverses sortes de surdi-mutités (*Institut*, 23 octobre 1911).

(1912)

L'acuité auditive après la méningite cérébro-spinale (*Académie de Médecine* 30 avril 1912).

(1913)

Éducation et rééducation des centres auditifs (*Institut*, 20 janvier 1913).

Inscription des mouvements respiratoires au moyen de la main (*Institut*, avril 1913).

(1914)

Règles acoustiques et cliniques de la rééducation auditive (*Académie de lédecine*, janvier).

Étude et traitement du bégaiement par la photographie (*Institut*, t. CLVIII, . 730).

Sensibilité de l'oreille physiologique pour certains sons musicaux (*Institut*, 8 mai).

(1915)

Contribution à l'étude des hypoacousies consécutives à des blessures de uerre (*Institut*, 9 août).

Rééducation auditive des surdités consécutives à des blessures de guerre *nstitut*, 13 septembre).

Même titre, in-8° de 16 pages avec 55 graphiques.

Traitement de la mutité consécutive à des blessures de guerre (*Institut*, 5 novembre).

(1916)

Mesure de l'acuité auditive des surdités vraies et simulées (*Institut*, janvier).

Les surdi-mutités de guerre vraies et simulées (*Institut*, 25 avril).

Classement des soldats sourds d'après leur degré d'audition (*Institut*, 2 mai).

Douze mois de rééducation auditive dans l'armée : Résultats de 250 cas *cadémie de Médecine*, 24 octobre).

(1917)

La tension artérielle chez les sourds de guerre (*Institut*, 5 mars).

La durée des surdités de guerre (*Institut*, 30 avril).
Forme de l'air vibrant intralaryngien (*Institut*, 5 novembre).

(1918)

Contribution à l'étude des commotions de guerre (*Institut*, 14 janvier).

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES ET Cie.